

Int. Cl. 2:

G 01 R 19-26

⑤

⑥ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Behördeneigentum

Auslegeschrift 16 16 087

⑪

⑫

⑬

⑭

⑮

Aktienzeichen: P 16 16 087-35

Anmeldetag: 18. 2. 67

Offenlegungstag: 12. 2. 70

Bekanntmachungstag: 22. 1. 76

⑯

Unionspriorität:

⑰ ⑱ ⑲

23. 2. 66 USA 529460

⑳

Bezeichnung:

Digitalvoltmeter

㉑

Anmelder:

Vidar Corp., Mountain View, Calif. (V.St.A.)

㉒

Vertreter:

Werdermann, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 2000 Hamburg

㉓

Erfinder:

McDonald, John C., Los Altos, Calif. (V.St.A.)

㉔

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

AEO, 4, 1950, S. 267-270

Mesures, April 1962, Nr. 299, S. 517-518

Elektronische Rundschau, 1962, Nr. 9, S. 408-412

DT 16 16 087 B2

Best Available Copy

9 1.76

509 5847

16 16 087

1

Patentansprüche:

1. Integrierendes Digitalvoltmeter mit einer auf Wechselspannung sowie auf Gleichspannung positiver und negativer Polarität ansprechenden digitalen Meßeinrichtung, die einen spannungsabhängigen Oszillator, dessen Ausgangssignal eine dem Augenblickswert der Eingangsspannung proportionale Frequenz hat, und eine mit diesem Ausgangssignal gespeiste Vorrichtung zur Bildung der Digitalanzeige der Frequenz aufweist, gekennzeichnet durch eine bipolare Verstärkungseinrichtung (13) mit zwei Eingangsklemmen und einer Ausgangsklemme, die sowohl auf positive als auch auf negative Polarität eines angelegten Gleichstromsignals anspricht und eine verstärkte, einseitig gerichtete Ausgangsspannung an ihrer Ausgangsklemme bildet, deren Wert der Amplitude der Eingangssignale direkt proportional ist, und die einen direkt gekoppelten Breitbandverstärker (20) mit einer zwischen seinem Ausgang und seinem Eingang angeordneten Diodenrückkopplungsschaltung (27, 28) enthält, welche Ausgangssignale positiver und negativer Polarität an zwei getrennten Ausgangsklemmen bildet, deren eine über einen Inverter und deren andere direkt mit einer Zähleinrichtung (33, 34) verbunden ist, mittels deren die einseitig gerichtete Ausgangsspannung zur Steuerung des spannungsabhängigen Oszillators (15) gebildet wird, der zwei Eingangsklemmen hat, deren eine mit einer der Verstärkereingangsklemmen und deren andere direkt mit der Ausgangsklemme verbunden ist.

2. Integrierendes Digitalvoltmeter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bipolare Verstärker so ausgebildet ist, daß er sowohl auf Wechselstromsignale als auch auf Gleichstromsignale an seinem Eingang anspricht, in Verbindung mit einer Einrichtung, die dazu dient, sein Ausgangssignal aufzunehmen und eine digitale Anzeige von dessen Frequenz zu bilden.

3. Integrierendes Digitalvoltmeter nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein Filter mit einer in Reihe zwischen einer Ausgangsklemme des bipolaren Verstärkers und dem spannungsabhängigen Oszillator angeordneten einstellbaren Dämpfungsvorrichtung zur Bildung einer dem quadratischen Mittelwert des Eingangssignals entsprechenden Digitalanzeige.

4. Integrierendes Digitalvoltmeter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bipolare Verstärker einen mit dem Breitbandverstärker gekoppelten Zeitachterverstärker zur Stabilisierung der Gleichstromcharakteristik des bipolaren Verstärkers ausweist, der so angeordnet ist, daß er die Gleichstromeingangssignale in Wechselstromsignale und die verstärkten Wechselstromsignale in entsprechend größere Gleichstromsignale umformt und diese dem Breitbandverstärker zuführt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein integrierendes Digitalvoltmeter mit einer auf Wechselspannung so-

2

wie auf Gleichspannung positiver und negativer Polarität ansprechenden digitalen Meßeinrichtung, die einen spannungsabhängigen Oszillator, dessen Ausgangssignal eine dem Augenblickswert der Eingangsspannung proportionale Frequenz hat und ein mit diesem Ausgangssignal gespeiste Vorrichtung zur Bildung der Digitalanzeige der Frequenz aufweist.

Solche Digitalvoltmeter sind bereits bekannt. (Mesures, April 1962, Nr. 299, S. 517 und 518). Es ist ferner bekannt, mit Hilfe einer Kombination von Kondensator und Widerständen in Verbindung mit einem linearen Gleichrichter eine dem quadratischen Mittelwert einer Wechselspannung proportionale Gleichspannung zu erhalten (>A. E. U., 4, 1950 S. 267 bis 270). Weiterhin war es bekannt, bei einem mit Gleichrichtern arbeitenden Wechselstrommesser durch unterschiedliche Wahl der Zeitkonstanten für die Ladung und Entladung eines im Gleichrichterkreis liegenden Kondensators eine weitgehend kurvenformfehlerfreie Effektivwertanzeige zu erreichen (>Elektronische Rundschau, Nr. 9, 1962, S. 408/412).

Bei den bisher bekannten Digitalvoltmetern war ein verhältnismäßig großer Schaltungsaufwand erforderlich, wenn sie die Fähigkeit haben sollten, selbstständig sowohl Wechsel- als auch Gleichspannungen zu messen. Wenn Digitalvoltmeter mit spannungsgesteuerten Oszillatoren zur Messung einer Gleichspannung benutzt wurden, wurde ein phasenempfindlicher Kreis vorgesehen, der selektiv entweder mit einem durch eine positive Spannung gesteuerten Oszillatorteil oder mit einem durch eine negative Spannung gesteuerten Oszillatorteil gekoppelt wurde, je nach der Polarität der Eingangsgleichspannung. Wurde eine Wechselspannung an den Eingang angelegt, so führte der phasenempfindliche Kreis Querverbindungsfehler ein und war nicht in der Lage, die hochfrequente Wechselspannung aufzunehmen, so daß zur Messung von Wechselspannungen ein zusätzlicher Wechselstrom-Gleichstromumformer vorgesehen werden mußte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein integrierendes Digitalvoltmeter der eingangs genannten Gattung mit verhältnismäßig geringem Aufwand so zu verbessern, daß eine ungewöhnlich hohe Meßgenauigkeit und Linearität der Messung erreicht wird, wie sie durch die Anwendung eines Verstärkers schlechthin nicht zu erhalten wären.

Das neue integrierende Digitalvoltmeter weist erfindungsgemäß eine bipolare Verstärkungseinrichtung mit zwei Eingangsklemmen und einer Ausgangsklemme auf, die sowohl auf positive als auch auf negative Polarität eines angelegten Gleichstromsignals anspricht und eine verstärkte, einseitig gerichtete Ausgangsspannung an ihrer Ausgangsklemme bildet, deren Wert der Amplitude der Eingangssignale direkt proportional ist, und die einen direkt gekoppelten Breitbandverstärker mit einer zwischen seinem Ausgang und seinem Eingang angeordneten Diodenrückkopplungsschaltung enthält, welche Ausgangssignale positiver und negativer Polarität an zwei getrennten Ausgangsklemmen bildet, deren eine über einen Inverter und deren andere direkt mit einer Zähleinrichtung verbunden ist, mittels deren die einseitig gerichtete Ausgangsspannung zur Steuerung des spannungsabhängigen Oszillators gebildet wird, der zwei Eingangsklemmen hat, deren eine mit einer der Verstärkereingangsklemmen und

16 16 087

3

deren andere direkt mit der Ausgangsklemme verbunden ist.

Ein solches integrierendes Digitalvoltmeter ergibt, wie gefunden wurde, überraschenderweise trotz eines verhältnismäßig geringen Schaltungsaufwandes außerordentlich günstige Genauigkeits- und Linearitätswerte, wie weiter unten in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel angegeben. Dadurch, daß die eine Eingangsklemme des spannungsgesteuerten Oszillators mit einer der Verstärkereingangsklemmen verbunden ist, wird eine Eintaktwellenunterdrückung erreicht.

Im folgenden ist die Erfindung beispielsweise näher erläutert:

Fig. 1 zeigt die Schaltung eines Digitalvoltmeters gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ist ein Schaltschema, das einen Teil von Fig. 1 im einzelnen darstellt;

Fig. 3 ist ein Kurvenbild zur Erläuterung der Arbeitsweise der Schaltung nach Fig. 1;

Fig. 4, 5 und 6 sind noch mehr ins einzelne gehende Schaltbilder von Teilen der Schaltung nach Fig. 1.

Fig. 1 soll zur Erläuterung eines integrierenden Digitalvoltmeters gemäß der Erfindung dienen. An die Klemmen 11 a, 11 b wird eine Eingangsspannung, deren Größe gemessen werden soll, angelegt. Ihre Größe wird durch einen elektrischen oder mechanischen Digitalindikator am Ausgang angezeigt.

Die Eingangsspannung kann eine Wechselspannung oder eine Gleichspannung positiver oder negativer Polarität sein. Sie wird in einer bipolaren Verstärkungsrichtung 13 verarbeitet, die über die Leitung 14 eine verstärkte einseitig gerichtete Ausgangsspannung liefert, deren Wert der Amplitude der Eingangssignale direkt proportional ist. Ein spannungsgesteuerter Oszillator 15, der auf diese verstärkte Spannung anspricht, bildet auf der Leitung 16 ein Ausgangssignal, dessen Frequenz proportional der Größe der Spannung auf der Leitung 14 ist. Diese Ausgangsfrequenz wird dann für eine vorbestimmte Durchlaufzeit durch eine Zählvorrichtung 17 gezählt und die Digitalinformation dem Digitalindikator 12 zugeführt.

Der spannungsgesteuerte Oszillator 15 kann beispielsweise ein solcher sein, wie er Gegenstand des deutschen Patents 12 87 808 ist, das inhaltlich der USA.-Patentschrift 30 22 469 entspricht. Der Oszillator wird weiter unten an Hand von Fig. 2 näher erläutert.

Der in Fig. 1 enthaltene bipolare Verstärker 13 hat die in Fig. 3 dargestellte Übertragungscharakteristik. Die mit E_L bezeichnete Achse stellt die Eingangsspannung an den Klemmen 11 a, 11 b und die I_p -Achse den Ausgangsstrom auf der Leitung 14 dar. Der Übertragungscharakteristik entspricht ein einseitig gerichteter Ausgangsstrom auf der Leitung 14 von positiver Polarität bei einer Eingangsspannung positiver oder negativer Polarität. Außerdem wird ein Verstärker mit dieser Übertragungscharakteristik für Wechselstromeingangswerte als Vollweggleichrichter, der eine Wellenform hervorbringt, deren Gleichstromdurchschnittswert positive Polarität hat. Daher macht es diese Charakteristik möglich, einen spannungsgesteuerten Oszillator 15 zu verwenden, der nur auf Eingangswerte von einer Polarität anzusprechen braucht.

Im folgenden sollen die wesentlichen Bauelemente

4

des bipolaren Verstärkers 13 im einzelnen behandelt werden. Die Spannung, deren Größe gemessen werden soll, wird an die Klemmen 11 a, 11 b angelegt. Die Klemme 11 b ist geerdet und die Klemme 11 a über einen Reihenwiderstand R1 und über ein Widerstands-Kapazitätsnetzwerk 22, welches die Bauelemente 22 a und 22 b enthält, an einen Breitbandverstärker 20 gekoppelt, der sowohl auf Hochfrequenzsignale als auch auf Gleichstromsignale anspricht, und über einen Widerstand 23 mit einem Zehnerverstärker 21 verbunden. Der Zehnerverstärker dient zur Stabilisierung des Gleichstrombetriebes des Verstärkers 20. Der Zehnerverstärker wandelt Gleichstromsignale von niedrigem Pegel aus den Klemmen 11 a, 11 b um in Wechselstromsignale, verstärkt die Wechselstromsignale und formt die verstärkten Wechselstromsignale dann wieder um in ein Gleichstromsignal von hohem Pegel, das über die Ausgangsleitung 24 an den Verstärker 20 angelegt wird.

Eine Parallelschaltung der mit entgegengesetzter Polarität angeordneten Dioden 25 a und 25 b ist zwischen die Klemme 11 a und eine gemeinsame Leitung 1 eingefügt. Diese Parallelschaltung bezweckt einen Überlastungsschutz für den Verstärker 13, wenn übermäßig große Spannungen an die Klemmen 11 a, 11 b gelegt werden.

Der Verstärker 20 enthält zwei Rückkopplungswege 27 und 28 zwischen dem Ausgang und dem Eingang über einen in Reihenschaltung angeordneten veränderbaren Widerstand 29. Die Rückkopplung dient zur Steuerung des Verstärkers 13 und bewirkt die Umschaltung zwischen den Leitungen 30 und 31 je nach der Polarität des Eingangssignals. Der Rückkopplungsweg 27 enthält den Reihenwiderstand 27 a und den Diodengleichrichter 27 b; in entsprechender Weise enthält der Rückkopplungsweg 28 einen Widerstand 28 a und eine Reihendiode 28 b, die entgegengesetzt gerichtet zur Diode 27 b angeordnet ist.

Die Rückkopplungswege 27 und 28 bilden auch Ausgänge für die positive und negative Polarität. Ein Ausgangswert von der einen Polarität wird auf der Leitung 30 hervorgebracht, die zwischen dem Widerstand 27 a und der Diode 28 b angeschlossen ist, und ein Ausgangswert von der entgegengesetzten Polarität auf der Leitung 31, die in entsprechender Weise zwischen dem Widerstand 28 a und der Diode 28 b angeschlossen ist. Die Ausgangsleitung 30 führt über einen Widerstand 34 und einen Schalter 35 zur Ausgangsleitung 14.

Die Leitung 31 führt zum Umformer 32. Dieser enthält einen Umformerverstärker 32 a in Parallelschaltung zu einem Rückkopplungswiderstand 32 b, beide in Reihe geschaltet mit einem Eingangswiderstand 32 c. Er bewirkt die Polaritätsumkehr aller auf der Leitung 31 auftretenden Spannungen, ohne deren Amplitude zu ändern. Der Ausgangswert des Breitbandverstärkers 20 ist also, wenn er durch die Dioden 27 b und 28 b gleichgerichtet, durch den Umformer 32 umgeformt und durch die Zählwiderstände 33 und 34 summiert und der Leitung 14 zugeführt wird, eine Spannungsquelle, deren Form durch die Übertragungscharakteristik nach Fig. 3 bestimmt ist.

Wenn beispielsweise eine Wechselspannung an die Klemmen 11 a, 11 b gelegt wird, so ist die negative Halbwelle des Eingangswerts — der Verstärker 20 besitzt eine Verstärkung von $-A$ — auf der Leitung 30 vorhanden und die positive Halbwelle des Ein-

16 16 087

5

gangswertes auf der Leitung 31, die, wenn sie umgeformt und summiert wird, eine positive vollweggleichgerichtete Spannung auf der Leitung 14 hervorbringt.

Wird dagegen eine Gleichspannung an die Klemmen 11 a, 11 b gelegt, so erscheint eine Gleichspannung auf der Leitung 30 oder 31, je nach der Polarität der Eingangsgleichspannung. Der Augenblickswert der Spannung auf der Leitung 14 wird durch den spannungsgesteuerten Oszillator 15 abgefühlt, so daß wiederum eine von dieser Größe abhängige Frequenz erzeugt wird. Der Indikator 12 zeigt einem dem durch das Zahlwerk 17 festgestellten Integral der Summe der Ströme durch die Widerstände 33 und 34 während des Durchlaßzeitintervalls proportionalen Digitalwert an. Der Schalter 35 ist eine Einrichtung zur Direktablesung des Mittelwerts der Wechselstromeingangssignale. Der Mittelwert wird dann erreicht, so daß er dem quadratischen Mittelwert sinusförmiger Eingangssignale entspricht. Der Schalter hat zwei Schaltstellungen A und B. Bei der Schaltstellung A liegen die Schalterarme 36 und 37 die Signale direkt über den Verstärker 32 an die Leitung 14.

Wenn es gewünscht wird, daß der Indikator 12 direkt die quadratischen Mittelwerte einer Wechselspannung angibt, wird der Schalter in die Stellung B umgelegt, bei der der Schaltarm 36 eine geerdete Klemme berührt, während der Schaltarm 37 mit einem T-Filterkreis, der auch ein Potentiometer 42 enthält, in Reihe geschaltet ist. Der Filterkreis ist hinter dem Umformer 32 mit der Leitung 31 verbunden. Er enthält eine Reihenschaltung der Widerstände 40, 41 und des Potentiometers 42 sowie außerdem einen geerdeten Kondensator 43. Wird im Betrieb eine sinusförmige Welle an die Eingangsklemmen 11 a, 11 b gelegt, so tritt nur die eine Halbwelle davon auf der Leitung 31 in Erscheinung. Sobald sie durch das Filter 40-43 gelaufen ist, würde normalerweise der spannungsgesteuerte Oszillator 15 den gefilterten Durchschnittswert abfühlen; für eine halbweggleichgerichtete Sinuswelle ist dies das 0,45fache ihres quadratischen Mittelwerts. Durch passende Einstellung des Potentiometers 42 läßt sich jedoch erreichen, daß der Indikator 12 direkt den quadratischen Mittelwert der Sinuswelle anzeigt.

Der spannungsgesteuerte Oszillator 15 ist in dem Blockschema von Fig. 2 mit mehr Einzelheiten gezeigt. Das Eingangssignal, das an die beiden Klemmen, an denen eine die Leitung 14 angeschlossen ist, gelegt wird, lädt den integrierenden Kondensator C₁ auf. Der integrierende Kondensator C₁ arbeitet im wesentlichen bei der Spannung Null, so daß der aus der Stromquelle in ihm fließende Strom durch die Summe der Stromwerte bestimmt wird, welche über die Schalterklemmen 36 und 37 fließen. Der Ladestrom i_L lädt den Kondensator auf und verändert die Spannung an dem Knotenpunkt 45 am Eingang eines hohen Verstärkungsgrad aufweisenden Gleichstromverstärkers 46, der im Vergleich zu dem Kon-

6

densator C₁ eine hohe Impedanz darstellt. Der Verstärker 46 verstärkt die am Kondensator C₁ vorhandene Spannung und führt sie zu einem Multivibrator 47. Dieser bildet einen Sturcimpuls mit einer bestimmten Periode T, sobald die angelegte Spannung einen vorbestimmten Wert, z. B. null Volt, erreicht. Beträgt die Spannung null oder mehr als null Volt, so gibt der Multivibrator fortlaufend Impulse von der Periode T bei einer Frequenz ab, die von der Größe der angelegten Spannung abhängig ist. Ein Ladekreis 48 ist mit dem Multivibrator 47 verbunden. Er liefert einen Impuls mit einer Standardladung Q, jedesmal, wenn ein Impuls aus dem Multivibrator ihm zugeführt wird. Diese Standardladung wird aus dem Kondensator C₁ entnommen und dient zum Wiederaufladen der Spannung am Knotenpunkt 45.

In Betrieb arbeitet also der gesamte Oszillationskreis bei einer solchen Frequenz, daß die Spannung des integrierenden Kondensators C₁ am Knotenpunkt 45 sehr nahe bei Null liegt. Außerdem ist die Zahl der Standardladungen, die von dem Ladekreis 48 abgegeben werden muß, um so größer und somit die Frequenz des Multivibrators 47 um so höher, je größer der Betrag des Eingangstromes ist. Da die Frequenz des Multivibrators direkt proportional der Größe der Eingangsspannung ist, dient die Vorrichtung als wirksamer spannungsgesteuerter Oszillator. Das Ausgangssignal aus dem Oszillator, das aus dem Multivibrator 47 kommt, wird dem Zahlwerk 17 zugeführt, um dort, wie oben erläutert, verarbeitet zu werden.

Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen noch weitere Schaltungseinzelheiten des Verstärkers 20, des Zehnerverstärkers 21 und des Umformers 32. In diesen drei Figuren bezeichnet die stark durchgezogene Linie den Signalweg; die stark gestrichelten Linien sind die Rückkopplungswege. Die gemeinsame Leitung 1 ist auch in Fig. 1 angegeben.

Eine diesem Ausführungsbeispiel entsprechende Schaltung wurde geprüft und ergab folgende Gütewerte:

Genauigkeit:

Gleichstromsignale — 0,05% bei voller Skala.
Wechselstromsignale — 0,1% bei voller Skala.
Ausschlag von Gleichstrom bis zu 1 kHz.

Linearität:

Wechselstromsignale 1,0% bei voller Skala bis zu 10 kHz.
Gleichstromsignale 0,02% bei voller Skala.

Durch die Erfindung wurde somit ein bedeutend verbessertes integrierendes Digitalvoltmeter geschaffen, das besonders wirtschaftlich und ohne großen Aufwand gebaut ist, aber die Fähigkeit aufweist, selbsttätig sowohl Wechselspannungen als auch Gleichspannungen zu messen.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 1616087
 Int. Cl.: G01R 19-26
 Bekanntmachungstag: 22. Januar 1976

FIG. 1

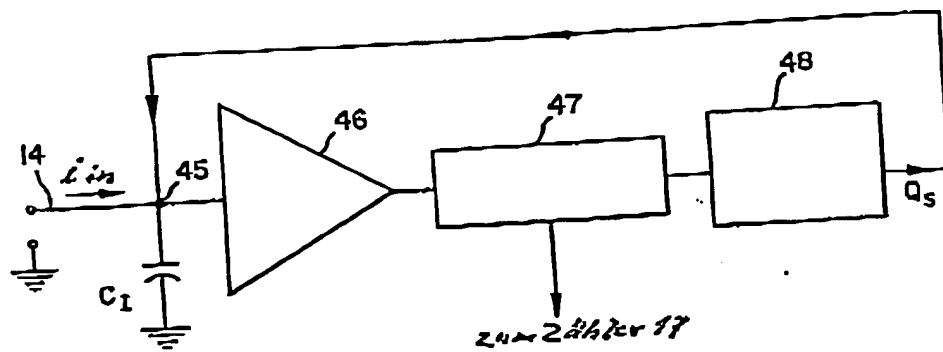
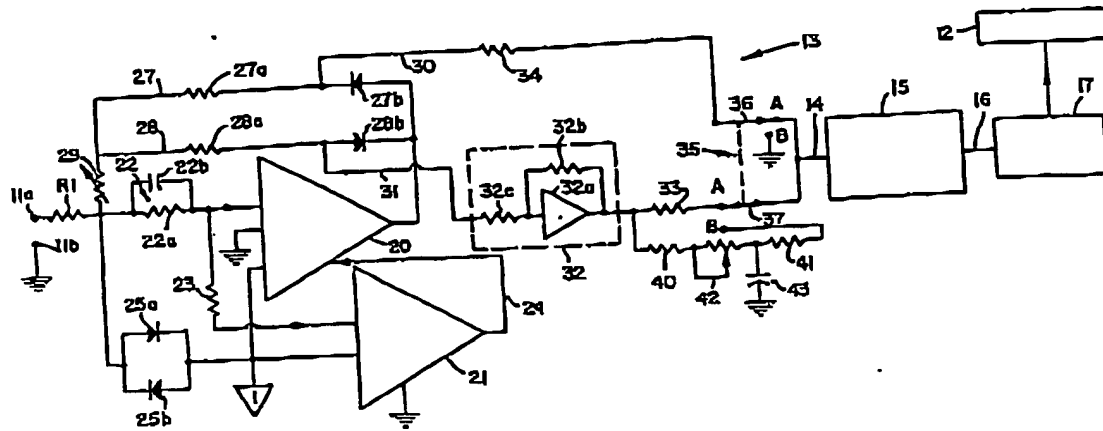


FIG. 2

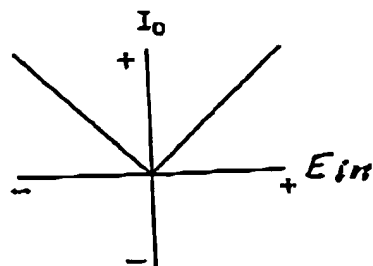


FIG. 3

ZEICHNUNGEN BLATT 4

Nummer: 1616087
Int. Cl.: G 01 R 19-26
Bekanntmachungstag: 22. Januar 1976

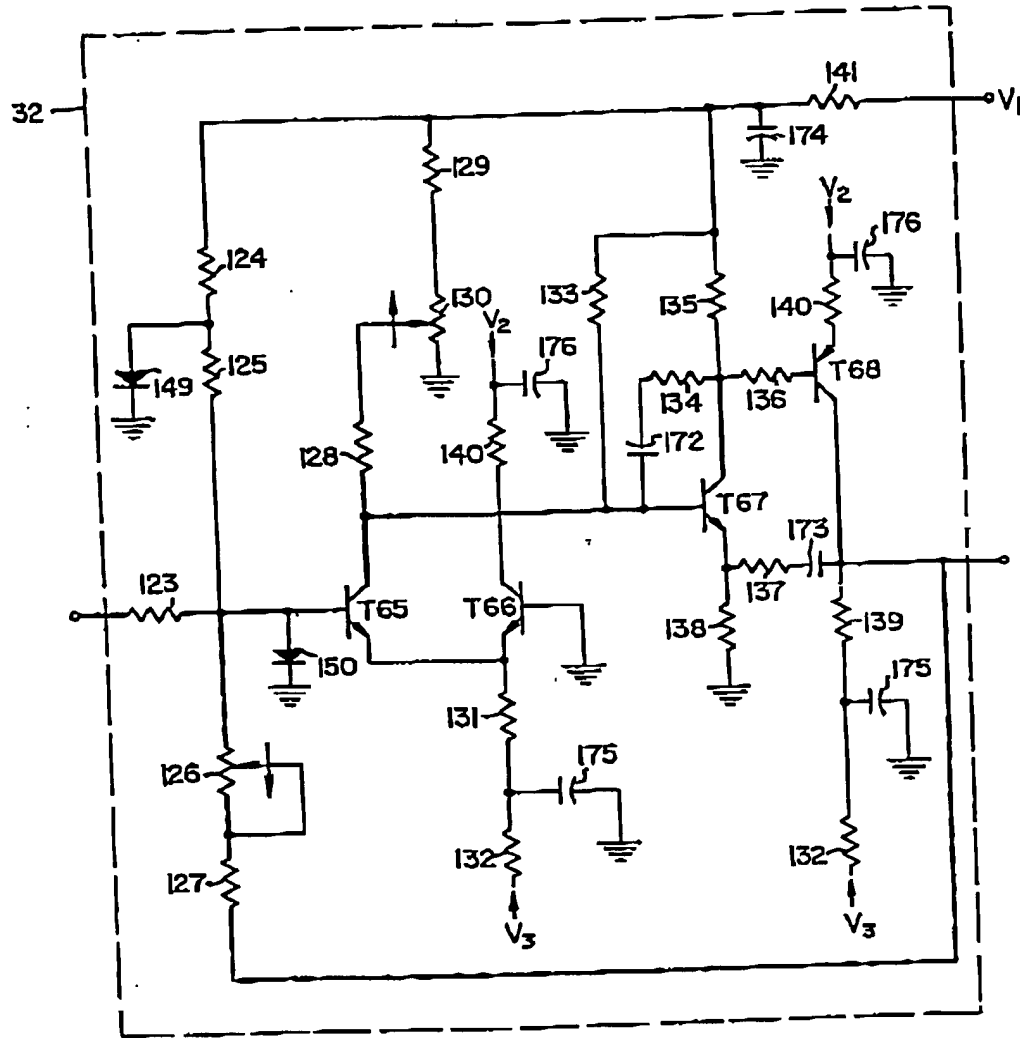


FIG. 6

ZEICHNUNGEN BLATT 3

Nummer: 1616087
Int. Cl.: G01R 19-26
Bekanntmachungstag: 22. Januar 1976

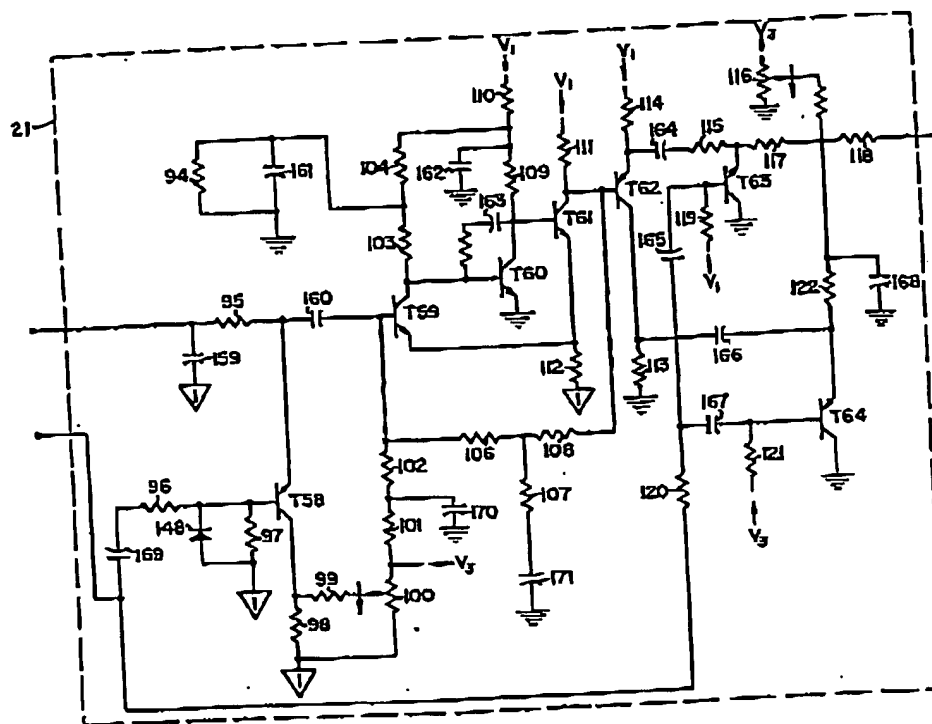


FIG. 5

ZEICHNUNGEN BLATT 2

Nummer: 1516 087
Int. Cl.: G 01 R 19-26
Bekanntmachungstag: 22. Januar 1976

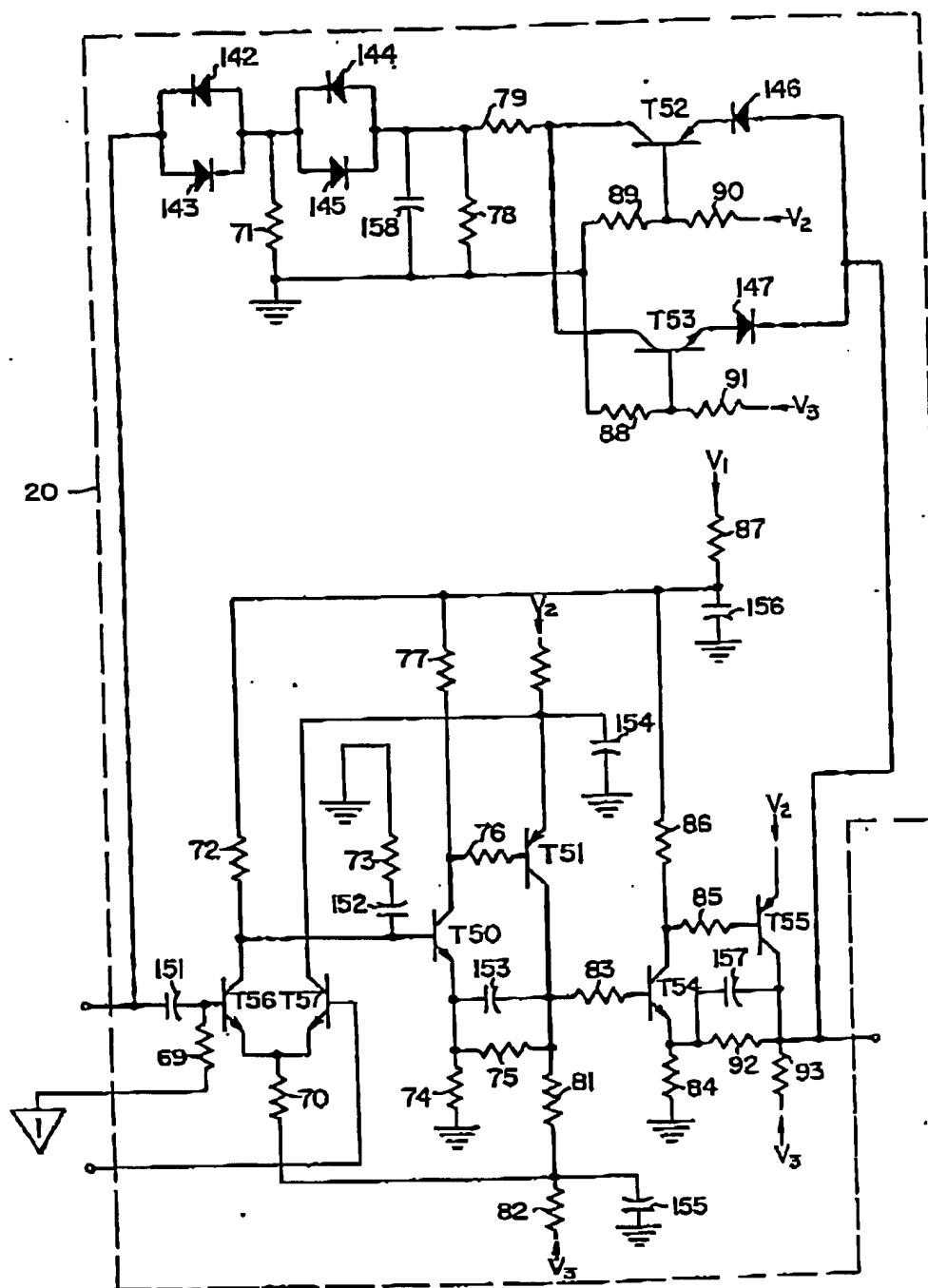


FIG. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.